

Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, safra 2007

Foto: Leila Costamilan



Leila Maria Costamilan¹
João Carlos Felício²
Maria Salete de Melo³
Tatiane Dalla Nora⁴
Pedro Luiz Scheeren⁵
Luiz Alberto Cogrossi Campos³



Blumeria graminis f. sp. *tritici*, agente causal de oídio de trigo, apresenta especialização fisiológica. Assim, cultivares comerciais de trigo com resistência qualitativa a esta doença exercem pressão de seleção, levando a alterações na frequência de genes na população do patógeno, tornando-o capaz de infectar cultivares consideradas resistentes em anos anteriores (Bennett, 1984; Niewoehner & Leath, 1998). Por isso, levantamentos periódicos e em larga escala da frequência de virulência da população de *B. graminis* f. sp. *tritici* são necessários para identificar genes de resistência efetivos, além de detectar alterações de virulência, diversidade genética e padrões geográficos de distribuição da população do patógeno, auxiliando na escolha de fontes de resistência para uso em programas de melhoramento genético de trigo (Niewoehner & Leath, 1998). Este trabalho teve, como objetivo, avaliar a variabilidade de populações patogênicas de *B. graminis* f. sp. *tritici* e a efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, na safra 2005.

Trinta e nove amostras de folhas de trigo com sinais do agente causal da doença, procedentes de São Paulo, do Paraná e do Rio Grande do Sul, foram enviadas ao Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Embrapa Trigo), em Passo Fundo, RS, em 2007. Informações sobre locais de origem e cultivares de trigo hospedeiras encontram-se na Tabela 1.

¹ Pesquisador, Embrapa Trigo. Caixa Postal 451, 99001-970, Passo Fundo, RS. E-mail: leila@cnpt.embrapa.br

² Pesquisador, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Campinas, SP.

³ Pesquisador, Instituto Agronômico do Paraná (Iapar), Londrina, PR.

⁴ Pesquisador, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (Coodetec), Cascavel, PR.

⁵ Pesquisador, Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS.

Tabela 1. Origem de amostras de populações de oídio de trigo de 2007 e fórmulas de virulência. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2008.

Fórmula de virulência		Nº de amostras	Frequência (%)	Local de coleta e genótipo de trigo
Gene efetivo	Gene não efetivo			
2, 4a, 4b, 17	1a, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	14	12	Cascavel, PR, em CD 104, CD 114, BRS 208 e linhagens (PF 031170 e WT 07101) Ponta Grossa, PR, em IPR 87 Guarapuava, PR, em IPR 129 e BRS Guabiju Fortaleza dos Valos, RS, em BRS Timbaúva Lagoa Vermelha, RS, em linhagem PF 980537 São Borja, RS, em BRS Guabiju São Borja, RS, em BRS Guabiju Cascavel, PR, em CD 113, CD 115 e CD 110 Lagoa Vermelha, RS, em linhagem PF 980537 Ponta Grossa, PR, em IPR 87 Cruz Maltina, PR, em BRS Tangará Cascavel, PR, em CD 116 e linhagem PF 031170 Ponta Grossa, PR, em IPR 87 e CD 104 Cruz Maltina, PR, em BRS Tangará Cascavel, PR, em linhagem PF 031170 Pato Branco, PR, em BR 18-Terena Guarapuava, PR, em BRS 229 e BRS Guabiju Cascavel, PR, em CD 110, BRS 208 e linhagens (WT 07101 e IWT 07008) Passo Fundo, RS, em BRS Guamirim Cascavel, PR, em CD 115 Guarapuava, RS, em BRS 229 Três de Maio, RS, em BRS 208 e BRS Guabiju São Borja, RS, em BRS Guabiju Pato Branco, PR, em BRS 229 Guarapuava, PR, em IPR 129 e BRS 208 Cascavel, PR, em CD 110 Guarapuava, PR, em IPR 129 Fortaleza dos Valos, RS, em BRS Timbaúva Guarapuava, PR, em BRS 248 e IPR 129
2, 3d, 4a, 4b, 17	1a, 3a, 3b, 3c, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	8	6,8	
1a, 4a, 4b, 17	2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	6	5,1	
1a, 2, 4a, 4b, 7, 17	3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	6	5,1	
2, 4a, 4b	1, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	6	5,1	
1a, 2, 3d, 4a, 4b, 7, 17	3a, 3b, 3c, 5, 6, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	5	4,3	
4a, 4b	1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 17, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	5	4,3	
4a, 4b, 17	1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	5	4,3	

Continua...

Continuação Tabela 1,

Fórmula de virulência		Nº de amostras	Frequência (%)	Local de coleta e genótipo de trigo
Gene efetivo	Gene não efetivo			
3a, 4a, 4b, 7, 17, 1a+2+9	1, 2, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 8, 2+6, 2+4b+8	4	3,4	Cruz Maltina, PR, em lapar 53 e BR 18-Terena
3d, 4a, 4b, 17	1a, 2, 3a, 3b, 3c, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	4	3,4	Lagoa Vermelha, RS, em linhagem PF 980537 Guarapuava, PR, em BRS 248 e BRS 208 Três de Maio, RS, em BRS Guabiju
1a, 2, 3a, 4a, 4b, 17, 1a+2+9	3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 2+4b+8	3	2,6	Cruz Maltina, PR, em CD 104 e BRS Tangará
4a, 4b, 7, 17	1, 2, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	3	2,6	Cruz Maltina, PR, em lapar 53 Cascavel, PR, em CD 117 e CD 116
2, 3d, 4a, 4b, 7, 17	1a, 3a, 3b, 3c, 5, 6, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8	3	2,6	Três de Maio, RS, em BRS Guabiju Passo Fundo, RS, em BRS Guamirim Cascavel, PR, em CD 113

Para isolamento e incremento de inóculo, esporos foram coletados, com o auxílio de uma espátula, a partir de lesões de oídio em amostras de folhas de trigo, e multiplicados em folhas de, aproximadamente, 30 plantas da cultivar suscetível IAS 54, de dez dias após a emergência, mantidas em um copo plástico (capacidade para 100 ml) com terra vegetal. Cada copo com as plantas foi mantido isolado dentro de câmara plástica com ventilação, durante a multiplicação do inóculo. Três isolados monopustulares foram obtidos de cada amostra e multiplicados separadamente várias vezes, para incremento de inóculo. A seguir, os isolados foram inoculados separadamente em um conjunto de plantas de trigo da série diferencial para identificação de patótipos de *B. graminis* f. sp. *tritici*, (Clarkson, 2000), enviado pela empresa Nickersons Seeds, Inglaterra, em 2002 (protocolo CENARGEN nº 245/01), com oito a dez dias após a germinação, mediante agitação de folhas infectadas de IAS 54. A série diferencial foi composta por 16 genótipos, identificados na Tabela 2 com seus respectivos genes ou combinação de genes conhecidos para resistência a oídio (McIntosh et al., 2003), além da testemunha suscetível IAS 54. Cada conjunto (série diferencial e testemunha suscetível) foi mantido isolado dentro de câmaras recobertas com tecido de algodão. A leitura da reação ocorreu entre sete e 14 dias após a inoculação, usando-se escala abrangendo valores de 0 a 5 (Reis et al., 1979, adaptada por Costamilan, 2002), apresentada na Tabela 3. Foram considerados resistentes os genótipos que apresentaram reação até valor “2+”. Os testes foram realizados em casa de vegetação, com temperatura variando entre 18 °C e 30 °C.

Na Fig. 1 encontra-se a frequência de virulência por gene *Pm* de todas as amostras analisadas neste estudo. Apenas o gene *Pm4a* manteve-se totalmente efetivo a todos os isolados. Os genes *Pm4b* e *Pm17* apresentaram alto índice de efetividade (98% e 76%, respectivamente). Apresentaram-se totalmente inefetivos (com suscetibilidade a todos os isolados) os genes *Pm3b*, *Pm3c*, *Pm5*, *Pm6*, *Pm8* e as combinações *Pm2+6* e *Pm2+4b+8*. Apresentaram baixa efetividade (próximo a 80% de suscetibilidade) o gene *Pm3a* e a combinação *Pm1a+2+9*.

Tabela 2. Genótipos da série diferencial para identificação de patótipos de *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. 2008.

Série diferencial	Gene de resistência	Espécie de origem
Axminster/8*Chancellor ^a	<i>Pm1a</i>	<i>Triticum aestivum</i>
Ulka/8*Chancellor ^a	<i>Pm2</i>	<i>T. aestivum</i>
Asosan/8*Chancellor ^a	<i>Pm3a</i>	<i>T. aestivum</i>
Chul/8*Chancellor ^a	<i>Pm3b</i>	<i>T. aestivum</i>
Sonora/8*Chancellor ^a	<i>Pm3c</i>	<i>T. aestivum</i>
Ralle	<i>Pm3d</i>	<i>T. aestivum</i>
Khapli/8*Chancellor ^a	<i>Pm4a</i>	<i>Triticum dicoccum</i>
Ronos	<i>Pm4b</i>	<i>Triticum carthlicum</i>
Rektor	<i>Pm5</i>	<i>T. dicoccum</i>
NK747	<i>Pm6</i>	<i>Triticum timopheevi</i>
Transfed	<i>Pm7</i>	<i>Secale cereale</i>
Disponent	<i>Pm8</i>	<i>S. cereale</i>
Amigo	<i>Pm17</i>	<i>T. aestivum</i>
Maris Huntsman	<i>Pm2+6</i>	<i>T. timopheevi</i>
Apollo	<i>Pm2+4b+8</i>	<i>T. aestivum</i>
Normandie	<i>Pm1a+2+9</i>	<i>T. aestivum</i>

^aLinhas quase-isogênicas formadas a partir da base genética suscetível da cultivar de trigo Chancellor.

Tabela 3. Escala de avaliação da reação de genótipos de trigo a oídio.

Nota*	Descrição
0	não são observadas pústulas
0; (zero ponto-e-vírgula)	uma pústula pequena, somente na base da planta
tr (traços)	até três pústulas pequenas, somente na base da planta
1	início de desenvolvimento de pústulas pequenas nas folhas
2-	início de desenvolvimento de pústulas pequenas nas folhas, algumas pústulas na base da planta
2	poucas pústulas pequenas, pouco produtivas de conídios, nas folhas
2+	pústulas pequenas em pequeno número, pouco produtivas de conídios, distribuídas nas folhas e na base da planta
3-	pústulas pequenas em grande número, muito produtivas de conídios, em toda a planta
3	pústulas médias em grande número, muito produtivas de conídios, em toda a planta
3+	pústulas grandes, muito produtivas de conídios, em grande número, em toda a planta
4	recobrimento quase total da planta com pústulas muito produtivas de conídios
5	recobrimento total da planta com pústulas muito produtivas de conídios

*Notas 0 a 2+ indicam reação de resistência; notas 3- a 5 indicam reação de suscetibilidade.

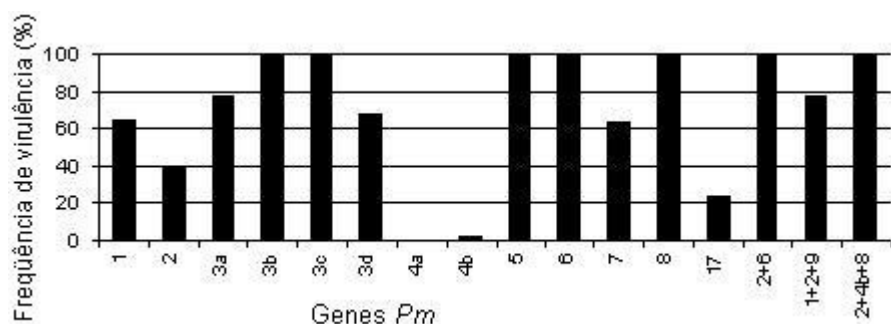


Fig. 1. Frequência de virulência de isolados de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) coletados na safra 2007, em genes de resistência *Pm* de trigo. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2008.

Nessas populações, foram identificados 48 patótipos que apresentaram diferentes combinações de reações de resistência ou suscetibilidade para cada gene testado do conjunto da série diferencial. A fórmula de virulência mais frequentemente encontrada, respondendo por 12% da variação, foi 2, 4a, 4b, 17 (genes efetivos) / 1a, 3a, 3b, 3c, 3d, 5, 6, 7, 8, 2+6, 1a+2+9, 2+4b+8 (genes não efetivos). Este patótipo foi recuperado de amostras provenientes do Paraná e do Rio Grande do Sul. As demais fórmulas mais frequentes são apresentadas na Tabela 1, excluindo-se aquela com menos de 2% de participação no total.

O número mais freqüente de genes inefetivos foi 12, em 28,2% das amostras, seguido por 10 e 11 genes inefetivos, ambos em 20,5% das amostras. O patótipo com menor número de genes com reação compatível foi de sete (do município de Cruz Maltina, PR) e o maior, com 14 genes (oriundo dos municípios de Cascavel, Pato Branco e Guarapuava, PR).

Pelo exposto, concluímos que, para a população patogênica de *B. graminis* f. sp. *tritici* avaliada em 2007, foi efetivo para resistência o gene de trigo *Pm4a* e, para a maioria dos patótipos, também os genes *Pm2*, 4b e 17. A maior parte das amostras (82%) da população do patógeno continha entre 10 e 13 genes de virulência com reação compatível com os genes de resistência a oídio em trigo. A existência de combinações de virulências tão complexas é consequência da alta capacidade de geração de variabilidade deste patógeno.

Comparando-se estas observações com resultados obtidos nas quatro últimas safras de trigo, observamos que apenas o gene *Pm4a* vem mantendo a reação de resistência a todas as populações de *B. graminis* f. sp. *tritici* estudadas, ao longo dos anos (Costamilan, 2003, 2005a, 2005b; Costamilan et al., 2007).

Referências Bibliográficas

- BENNETT, F. G. A. Resistance to powdery mildew in wheat: a review of its use in agriculture and breeding programmes. **Plant Pathology**, v. 33, p. 279-300, 1984.
- CLARKSON, J. D. S. Virulence survey report for wheat powdery mildew in Europe, 1996-1998. **Cereal Rusts and Powdery Mildews Bulletin**, v. 28, 2000. Disponível em: <http://crpmb.org/2000/1204clarkson/index.htm>. Acesso em: 22 ago. 2002.
- COSTAMILAN, L. M. Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, safra 2004. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, p. S111, 2005. Suplemento, ref. 333. Edição dos Resumos do XXXVIII Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Brasília, DF, ago. 2005a.

COSTAMILAN, L. M. Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, em 2002. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. S269, 2003. Suplemento, ref. 323. Edição dos Resumos do XXXVI Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Uberlândia, ago. 2003.

COSTAMILAN, L. M. **Metodologias para estudo de resistência genética de trigo e de cevada a oídio**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2002. 18 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 14). Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do14.htm>.

COSTAMILAN, L. M. Variability of the wheat powdery mildew pathogen *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* in the 2003 crop season. **Fitopatologia Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 420-422, 2005b.

COSTAMILAN, L. M.; FELICIO, J. C.; DALLA NORA, T.; SCHEEREN, P. L.; FEKSA, H. R.; MACIEL, J. L. N. Efetividade de genes *Pm* de trigo a oídio, em 2006. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. S145-S146, 2007. Suplemento, ref. 179. Edição dos Resumos do XL Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Maringá, ago. 2007.

MCINTOSH, R. A.; YAMAZAKI, Y.; DEVOS, K. M.; DUBCOWSKY, J.; ROGERS, W. J.; APPELS, R. **MacGene 2003**. Catalogue of gene symbols for wheat. Edição do X IWGS, Paestum, Itália. 2003. 1 CD-ROM.

NIEWOEHNER, A. S.; LEATH, S. Virulence of *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* on winter wheat in the eastern United States. **Plant Disease**, v. 82, p. 64-68, 1998.

REIS, E. M.; MINELLA, E.; BAIER, A. C.; SANTOS, H. P. dos. Reação de cultivares e linhagens de trigo a *Erysiphe graminis* (DC) f. sp. *tritici* Marchall. **Summa Phytopathologica**, v. 5, p. 52-64, 1979.

Agradecimentos

Este trabalho contou com o apoio técnico de Joacélia Fátima Colla (Embrapa Trigo).



Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: **Leandro Vargas**

Ana Lúcia V. Bonato, José A. Portella, Leila M. Costamilan, Márcia S. Chaves, Paulo Roberto V. da S. Pereira

Expediente

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins

Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

COSTAMILAN, L. M.; FELÍCIO, J. C.; MELO, M. S. de; DALLA NORA, T.; SCHEEREN, P. L.; CAMPOS, L. A. C. **Efetividade de genes de resistência de trigo a oídio, safra 2007**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 93). Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do93.htm>.